具有升级功能的智能电表的设计

张宇明[1],张　震[2],徐京生[1]

(1. 华立科技股份有限公司,浙江 杭州 310023;2. 华能济南黄台发电有限公司,山东 济南 250100)

摘　要：在电力行业，智能电表的近红外接口为实现在线升级提供了创新性的解决方案。本文通过软件和硬件设计，能够有效地利用近红外接口，实现智能电表的在线升级。在软件设计方面，采用先进的算法和程序设计，确保升级过程的高效性和稳定性。在硬件设计方面，注重智能电表的硬件兼容性，确保其能适应不同型号和厂家的设备。

关键词：智能电表，近红外接口，电力行业

中图分类号：TM933.4　　　　文献标识码：A

Design of Intelligent Electricity Meter with Upgrade Function

ZHANG Yuming[1], ZHANG Zhen[2], XU Jingsheng[1]

(1. Holley Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310023, China; 2. Huaneng Jinan Huangtai Power Generation Co., Ltd., Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: In the power industry, the near-infrared interface of smart meters provides innovative solutions for online upgrades. Through software and hardware design, it is possible to effectively utilize near-infrared interfaces to achieve online upgrades of smart meters. In terms of software design, advanced algorithms and program design can be adopted to ensure the efficiency and stability of the upgrade process. In terms of hardware design, attention should be paid to the hardware compatibility of smart meters to ensure that they can adapt to different models and manufacturers of equipment.

Key words: smart electricity meter, near-infrared interface, power industry

0 引言

升级智能电表程序的方式有 2 种。一种是用离线烧写器烧写,即先用电脑将需要升级的程序通过专门的软件烧写到离线烧写器中,再用离线烧写器烧写需要升级程序的模块。另一种是直接用芯片的开发环境,接仿真器直接烧写,一般在工厂生产模式下才能烧写升级程序。对于已发给客户使用的智能电表或已签封好准备出厂销单的成品,升级程序非常麻烦,一般必须召回或破坏掉外壳,期间耗费的时间和费用不可估量。

1 智能电表整体方案

智能电表的硬件主要由 4 个模块组成,即通信模块、电源模块、E²PROM 存储模块、FLASH 存储模块。通信模块通过串口与外部的设备交换数据,可以是近红外也可以是另外的通信方式。电源模块为智能电表不同单元提供需要的电源。E²PROM 存储模块提供升级需要的信息并存储。FLASH 存储模块可以存放需要升级的应用程序镜像文件。整体方案框图如图 1 所示。

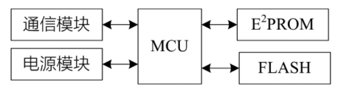


图 1　整体方案框图

2 程序升级方案

电表的 MCU 是 HT5017,其 FLASH 和 RAM 不能满足升级所需的程序空间和数据空间,为此,其外部配置了 1 片 E²PROM 存储和 1 片 FLASH 存储。程序存放区的示意图如图 2 所示。

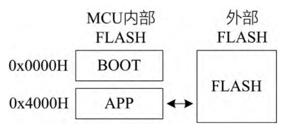


图 2　程序存放图

程序升级的方案具体为将 HT5017 内部 FLASH 空间分为 BOOT 和 APP 2 个区域。BOOT 区域用于存放相关的引导代码,起始地址为 0x0000H,程序复位后先执行 0x0000H 地址的 BOOT 区。BOOT 区存放跳转指令,直接执

作者简介:张宇明,男,1988 年生,中级工程师,从事智能电表硬件相关设计研究工作。

通讯作者:徐京生,男,1974 年生,高级工程师,从事电能计量产品算法及 SOC 计量平台等相关研究工作。

行 0x4000H 地址的 APP 程序内容。BOOT 程序一直在判断是否有升级，若升级则将升级的程序放入外部的 FLASH 中，当升级完成后，置位完成升级的标志。复位程序即从 FLASH 拷贝到 MCU 内部的 FLASH 中，拷贝完成则重新复位，从 BOOT 开始执行新的 APP 程序[1]。

3 具体方案

3.1 硬件方案

随着程序功能的扩展，1 片 E^{2}PROM 和 1 片 FLASH 可以扩容存储空间，选择符合客户需求的存储芯片型号，这些芯片的接口相同。通过 MCUHT5017 的 GPIO 口软件模拟 2 个通信接口，包括 1 个 I2C 总线和 1 个 FLASH 总线。

3.2 BOOT 软件

BOOT 程序主要完成升级判断、升级程序、升级过程异常处理等。BOOT 的软件主流程如下：

```
int main(void)
{
Init_System(); //初始化系统
if (upgrade_judge() == TRUE)//是否升级程序
{
UpgradeStatus = FirmwareUpgrade();//升级程序
if (UpgradeStatus == Upgrade_Succeed)//升级成功
{
Disp_UpgradeStatus(0, UpgradeStatus);//显示升级状态
Reset_CPU();//复位单片机
}
else if(UpgradeStatus == Upgrade_ChkFlashErr)//校验出错
{
upgrade_end(IMAGE_Activation_Failed);//结束升级
Disp_UpgradeStatus(0, UpgradeStatus);//显示升级状态
Reset_CPU();//复位单片机
}
else if((UpgradeStatus == Upgrade_PowerDown )    //升级过程发生掉电
|| (UpgradeStatus == Upgrade_ExtFlashErr) //外部 Flash 故障
)
 {
Sys_ StandBy(); //进入低功耗
}
}
}
```

3.3 APP 软件

APP 应用程序主要完成计量、显示、分时轮转、通信、升级等智能电表的计量功能。APP 软件主流程如下[2]：

```
int main(void)
{
Init_System(); //初始化系统
while (1)
{
if(GetAcPowerStatus() == Power_Off)//判断是否掉电
{
  SetEventCurrStatus   (STATUS_POWER_OFF,   OCCURRENCE); //置掉电发生标志
PowDownSaveData();//掉电保存数据
}
WatchDog();//喂狗
Metering();     //计量模块
WatchDog();
Time();         //分时模块
WatchDog();
Display();      //显示模块
WatchDog();
Comm();         //通信模块
WatchDog();
Upgrade();      //升级模块
}
}
```

4 升级功能的操作流程

（1）修改 BOOT 中对应.icf 文件的 FLASH 偏置地址，具体如下：

```
/* 用户应用程序偏移地址 */
define symbol Flash_Offset = 0x4000;
/*-Specials-*/
define symbol __ICFEDIT_intvec_start__ = 0x0+Flash_Offset;
define symbol __ICFEDIT_password_start__ = 0x00000FC0+Flash_Offset;
/*-Memory Regions-*/
define symbol __ICFEDIT_region_ROM_start__ = 0x0+Flash_Offset;
define symbol__ICFEDIT_region_ROM_end__  =0x0003FFFF;
define symbol __ICFEDIT_region_RAM_start__ =0x20000000;
define symbol __ICFEDIT_region_RAM_end__  =0x20007FFF;
/*-Sizes-*/
define symbol __ICFEDIT_size_cstack__ = 0x0400;
define symbol __ICFEDIT_size_heap__  = 0x0000;
/**** End of ICF editor section. ###ICF###*/
```

用 Notepad 软件修改以上 HT501X.icf 文件中的粗体字部分的内容。若 BOOT 需要将 HT501X.icf 文件配置下的粗体部分改为“define symbol Flash_Offset=0x0000”，则当用户应用程序偏移地址为 0x4000 时，表示需要 BOOT，用户应用程序偏移地址为 0x0000 时，表示不需要 BOOT。

（2）整个工程源程序用编译器编译好后，生成对应的应用程序 app.bin 文件。

（3）用厂家专门的下载软件（见图 3）将 app.bin 文件转换为 app.hex 文件，这样在编译时即可直接下载到智能

电表中。



图 3 转换软件

(4)下载到智能电表后,上位机可读取升级程序后的软件版本号来确认是否升级成功。

5 升级流程

整体程序具体升级流程如图 4 所示。

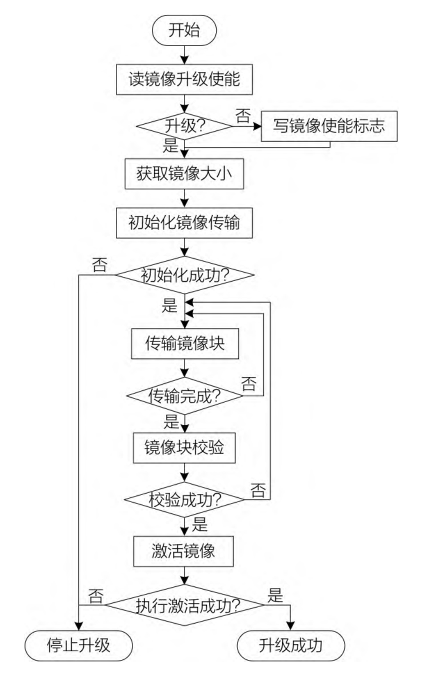


图 4 升级程序流程图

若升级镜像包未被全部接收,则需对传输丢失的镜像包进行补包。具体补包的流程有 2 种:一种是多个块未收到数据,可采用如图 5 所示的补包流程;另外一种是单块未收到数据,可采用如图 6 所示的补包流程。

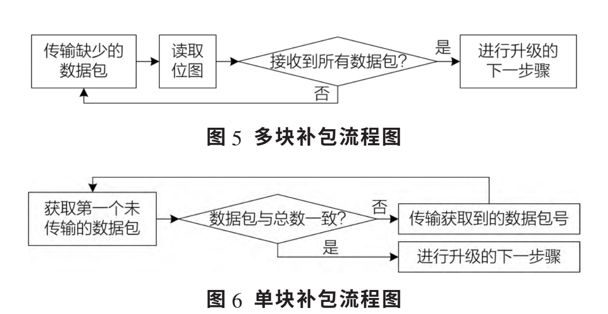


图 5 多块补包流程图

图 6 单块补包流程图

数据包号从 0 开始,即若第 1 包数据丢失,则补包开始时的第一个传输成功的块号为 0,当所有数据块都传输完成后,第一个未被传输成功的数据块号为总包数,说明数据块传输成功。

6 结语

本文针对需要升级程序的智能电表的特点设计了一款可以实现升级程序功能的智能电表。若有升级功能的需求,不必打开电表,只需通过通信口(近红外接口)即可达到升级表计功能的目标。若电表设计时已有 GPRS、RF、RS485 等对外接口,也可以扩展到有这些通信接口的智能电表进行升级程序的功能。

参考文献

[1]胡保玲,崔宇航,解思博,等.基于无线通信的多功能数字电表设计[J].河南科技,2023,42(15):5-8.

[2]靳松,徐众.基于 LoRa 技术的智能电表通讯方案的设计[J].自动化应用,2023,64(6):123-124+136.

(责任编辑:李　慧)